

A caccia di oro ...



Marilena Moroni

s-block
1 New Designation
IA Original Designation

1 H 1.0094 2 He 4.00260
s-block
IIA

ORO (Au)

3 Li 6.941	4 Be 9.0122
11 Na 22.990	12 Mg 24.305
19 K 39.098	20 Ca 40.08
37 Rb 85.468	38 Sr 87.62
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33
87 Fr 223.03	88 Ra 226.03

Rare Earth Elements		d-block										f-block										
Lanthanide Series	57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm 145	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97							
Actinide Series	89 Ac 227.03	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu 244	95 Am 243	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 260							



... e poi è bello!!

*Lucentezza metallica e colore giallo sole
brillante ... In lega con Ag, Cu, Bi, Pt, Pd,
Te, Fe, Hg, ... → dal bianco argentato al
verdastro al rosso-arancio-rosato*

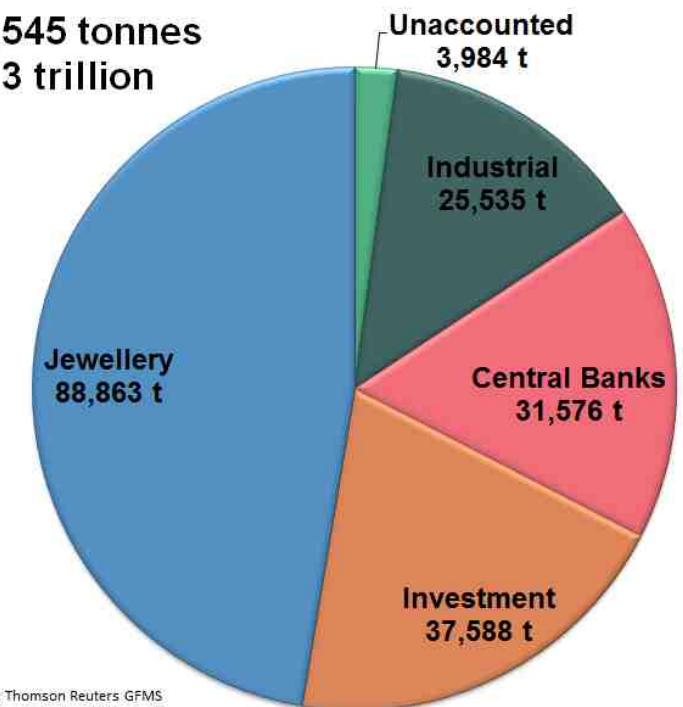
Non-Metals										s-block										
13	14	15	16	17	18		VIIIA		VIIIA											
III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIIIA		VIIIA		VIIIA											
5 B 10.81	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.179															
13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948															
21 Sc 44.956	22 Ti 47.88	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.847	27 Co 58.933	28 Ni 58.69	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.39	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80					
39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.9	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.75	52 Te 127.50	53 I 126.91	54 Xe 131.29					
57 Hf 178.49	72 Ta 180.95	73 W 183.85	74 Re 186.21	75 Os 190.2	76 Ir 192.22	77 Pt 195.0	78 Au 196.97	79 Hg 200.59	80 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)						
104 Unq (261)	105 Unp (262)	106 Unh (263)	107 Uns (262)	108 Uno (265)	109 Une (266)	110 Uun (267)	(Mass Numbers in Parentheses are from the most stable of common isotopes.)										Phases	Solid	Liquid	Gas

Metallo di transizione, numero atomico: 79,
peso atomico 196.97

Proprietà dell'oro

Indistruttibilità, inerzia chimica, massima duttilità, altissima conduttività elettrica e termica, riflessione completa dei raggi infrarossi, catalisi, ...

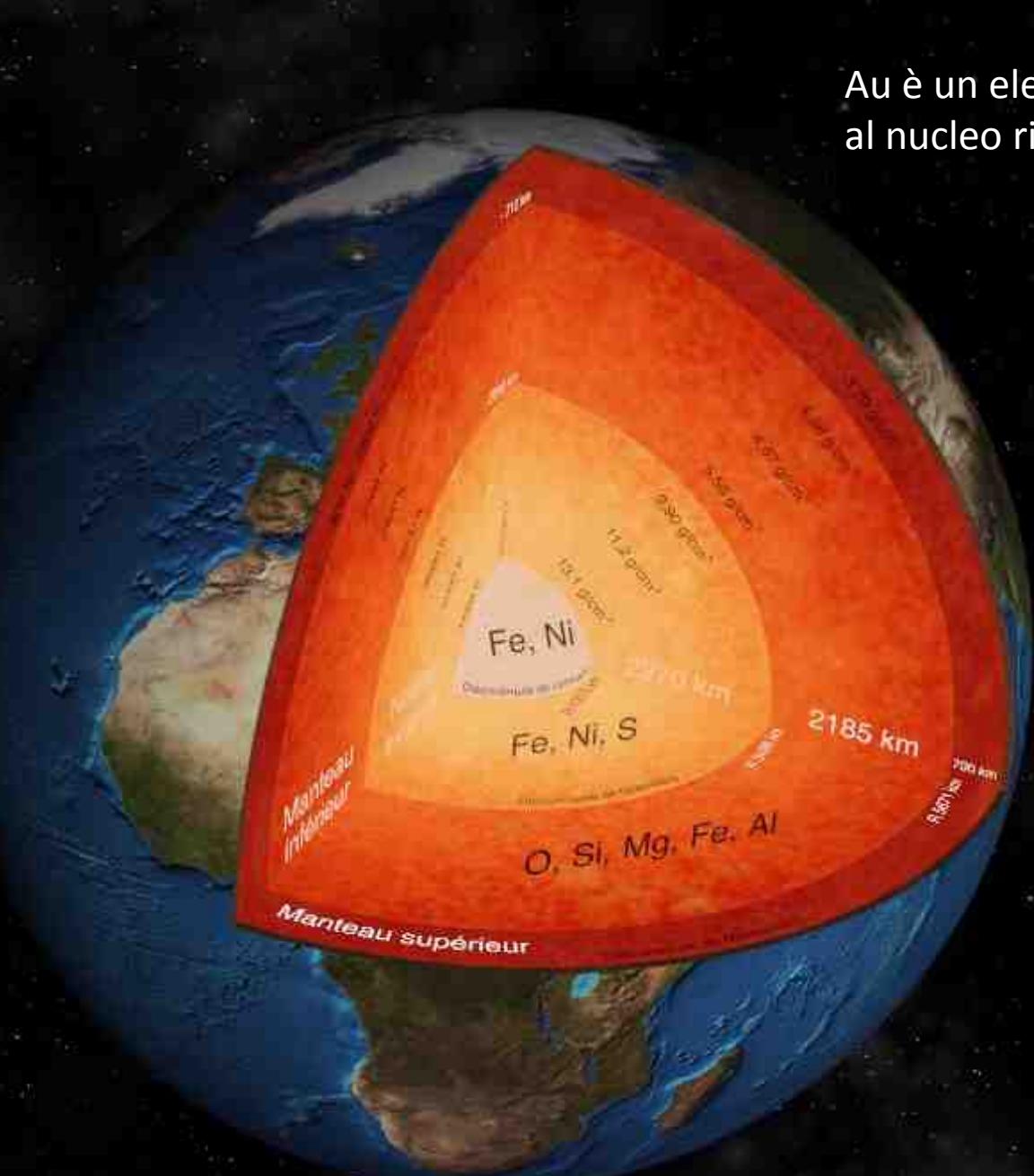
187,545 tonnes
\$7.13 trillion



Applicazioni

Source: Thomson Reuters GFMS

Au è un elemento **Siderofilo**, come Fe, Ni, Co, PGE → più affine al nucleo rispetto al mantello ed alla crosta terrestre ...

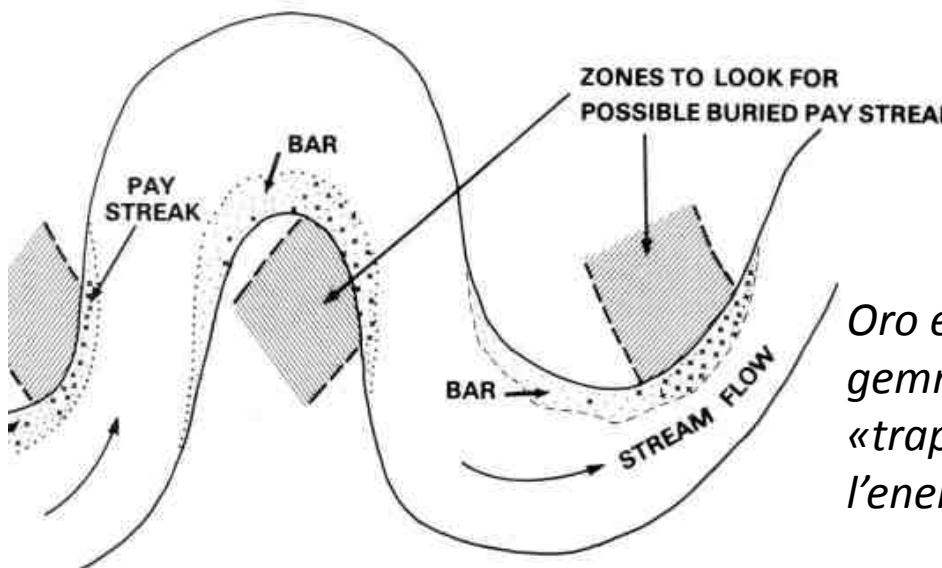


Rocce e materiali naturali	concentrazione media (ppm)
media crostale	0.004
ultramafiti	0.0032
gabbri-basalti	0.0032
dioriti-andesiti	0.004
graniti-rioliti	0.0023
calcari	0.005
arenarie	0.005
argilliti	0.004
Suoli	0.002
Acqua	0.002
cenere vegetale	0.0007
in vari tipi di giacimenti	0.5 → 10 ppm

N.B. → Densità (g/cm³)

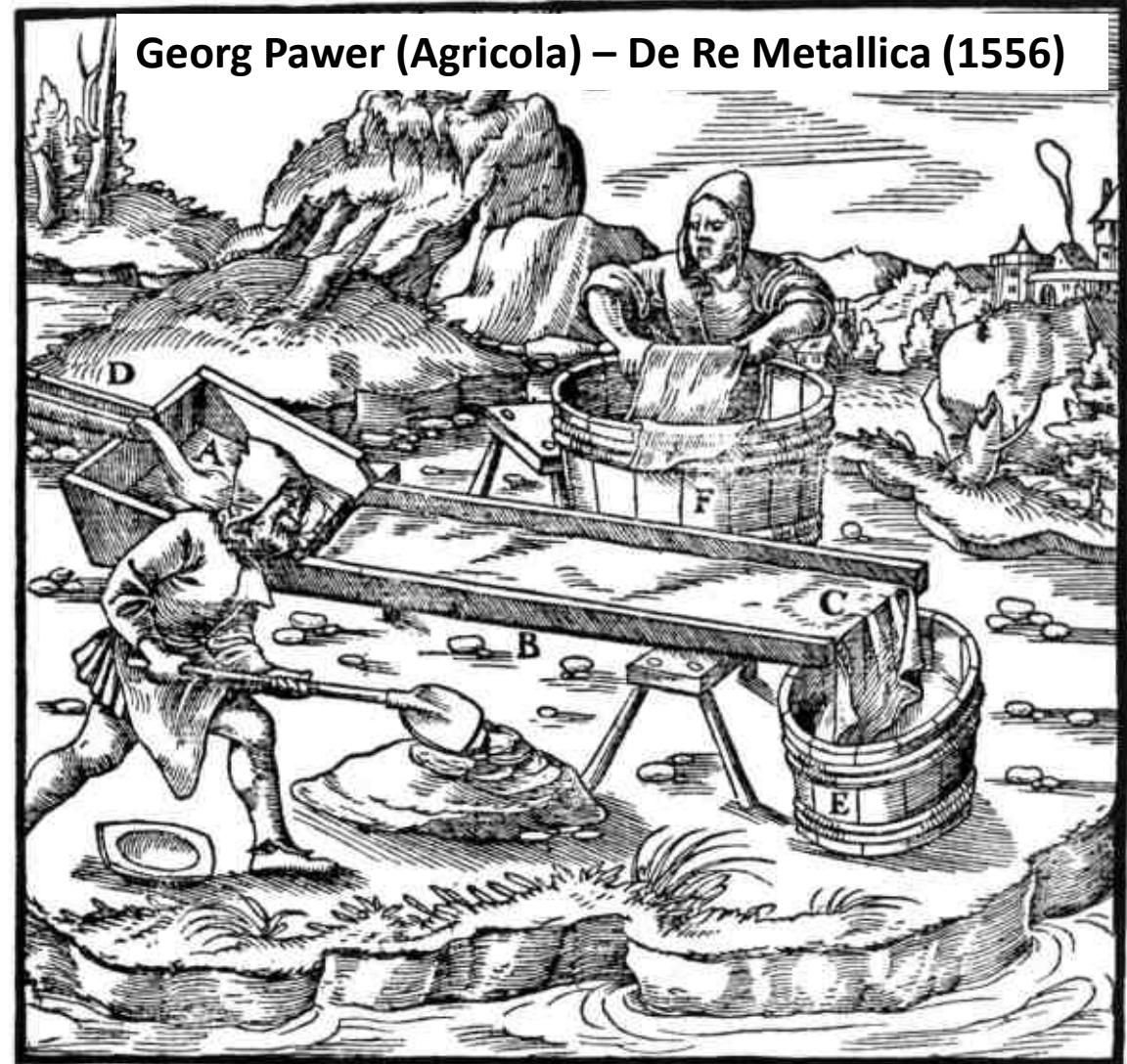
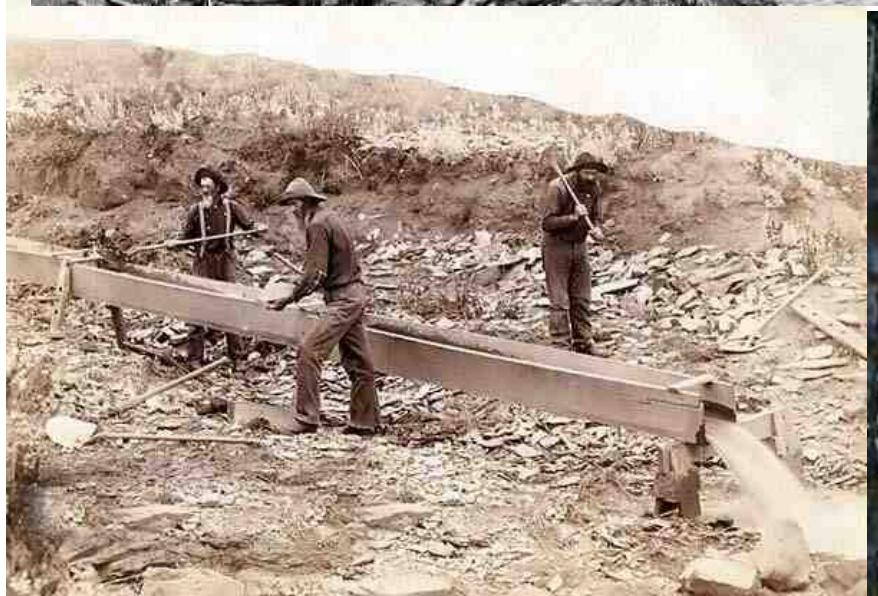
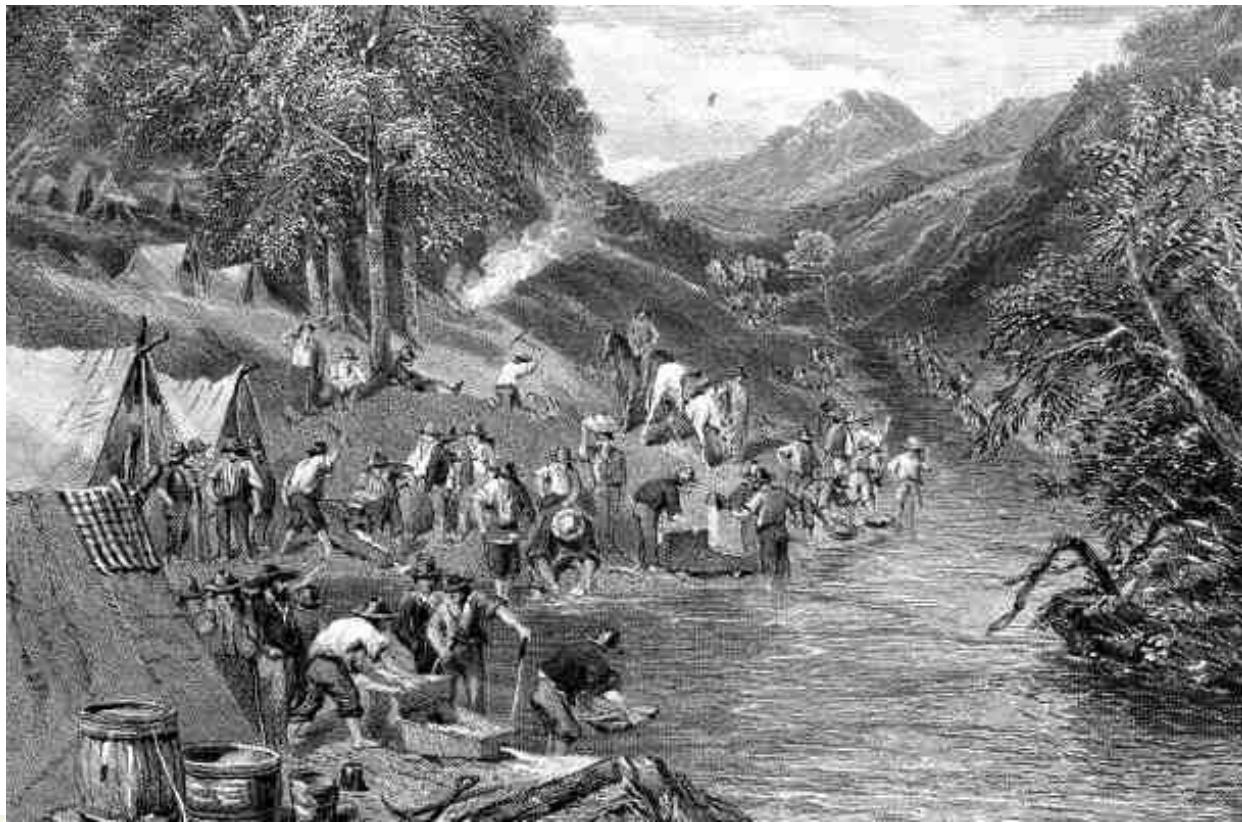
Au puro: 19.3, in lega: tra 16 e 18
rocce silicate: 2.5 – 3.3

... le pepite nei sedimenti fluviali (placers): tra i primi giacimenti coltivati!



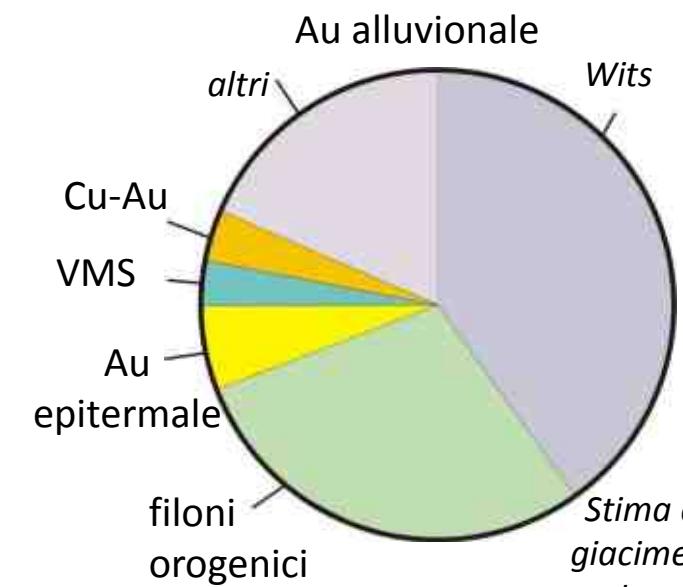
Oro e altri minerali pesanti (tra cui gemme e diamanti) si concentrano in «trappole» accumulandosi dove l'energia della corrente fluviale cala





A—HEAD OF FRAME. B—FRAME. C—CLOTH. D—SMALL LAUNDER. E—TUB SET BELOW THE FRAME. F—TUB IN WHICH CLOTH IS WASHED.

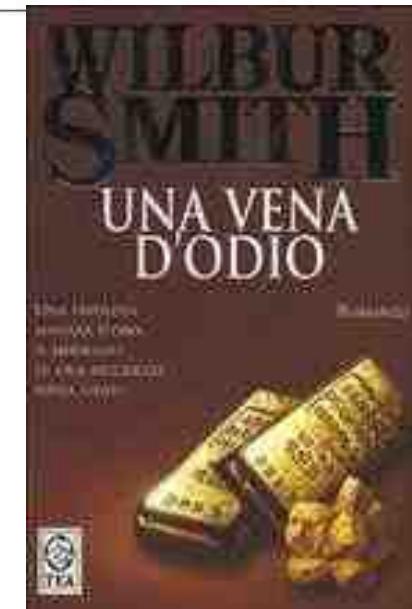
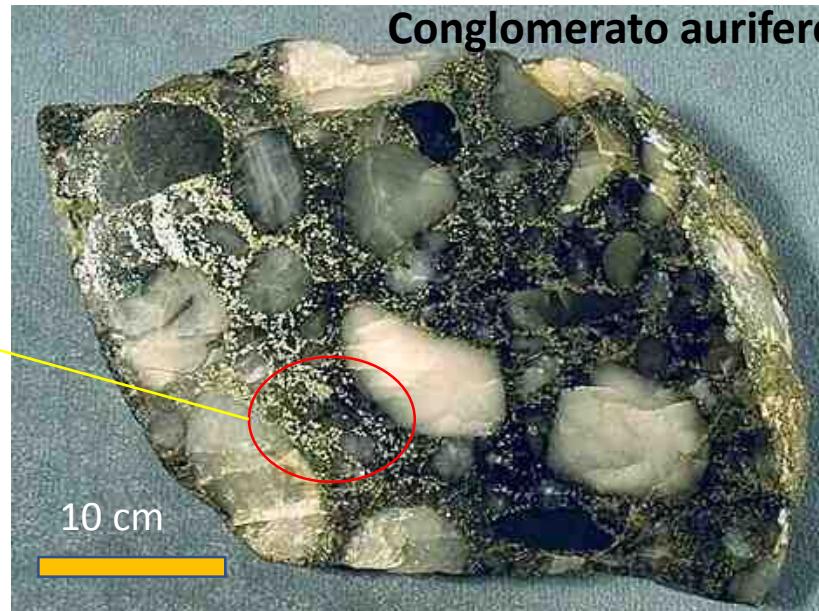
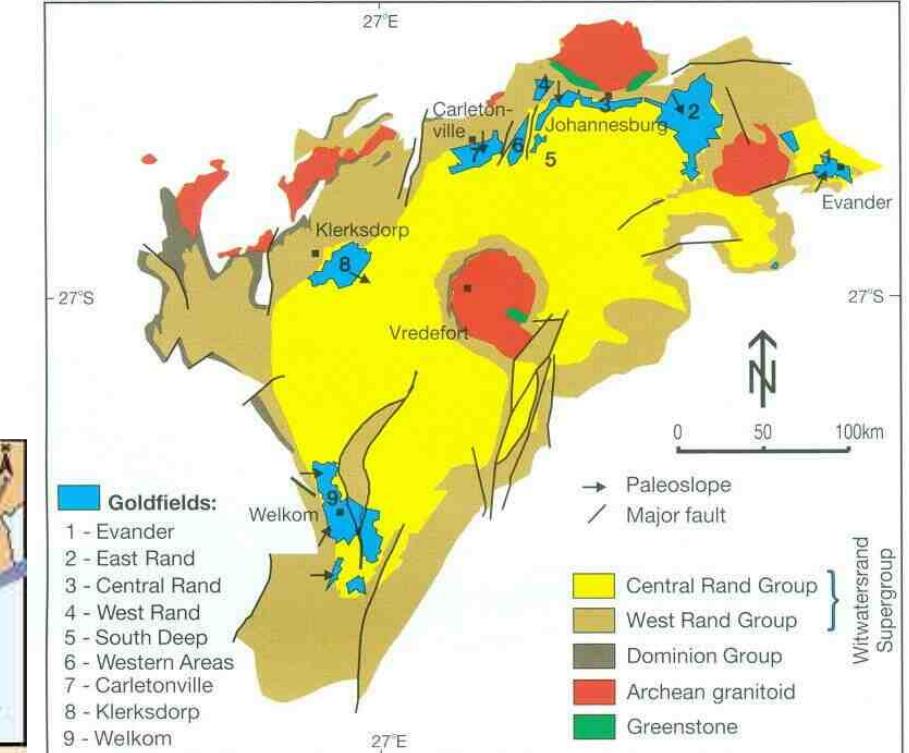
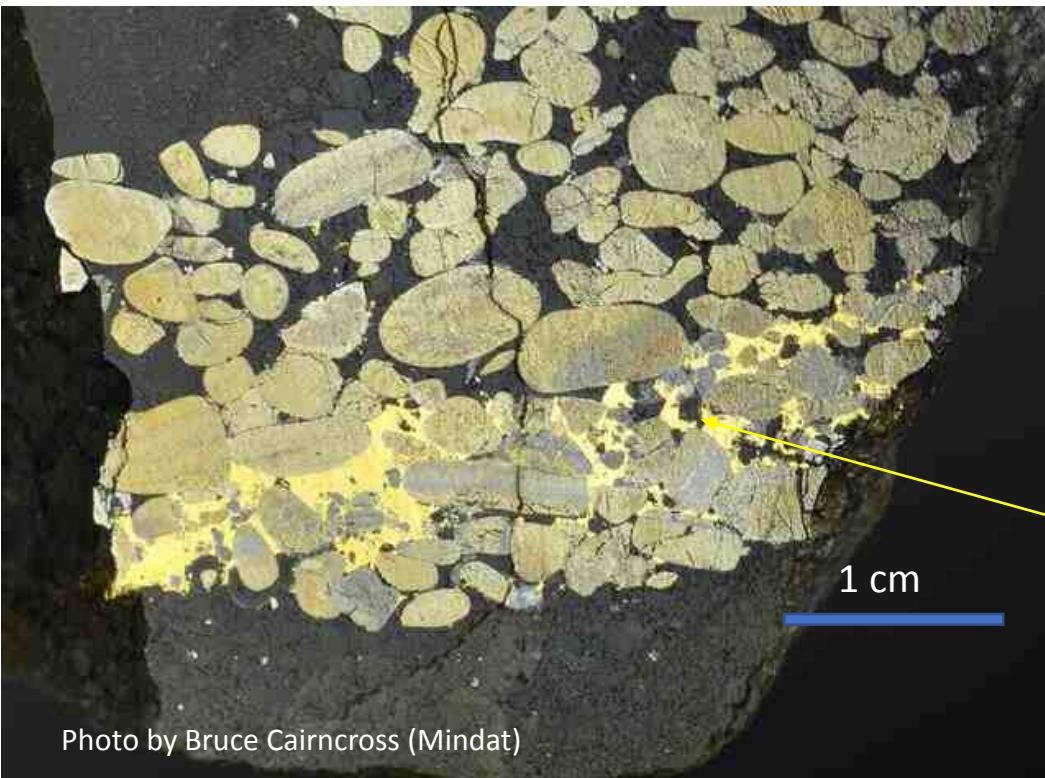
A setacciare le sabbie aurifere col pan e a lavorarle con lo sluice in Klondike come nel Medioevo e nell'antichità (il vello d'oro ...)! E come ancora al giorno d'oggi ...



L'oro si trova concentrato in vari tipi di giacimenti, ma il più grande deposito d'oro esistente, **Witwatersrand (Wits)** in Sudafrica, è un enorme placer alluvionale di 3 miliardi di anni fa!

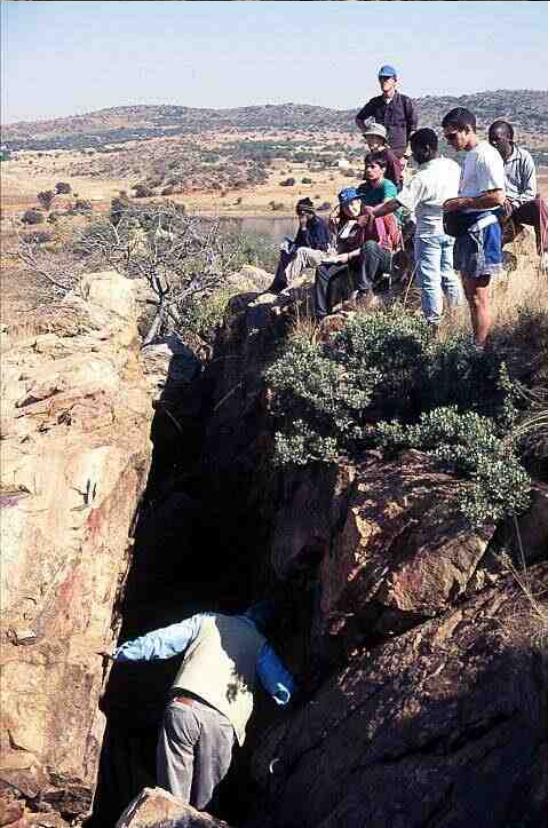
Placer a pirite, oro e uraninite

Stima del contributo di Au da diversi tipi di giacimenti a partire da 6000 anni fa (= inizio documentato di coltivazione mineraria)

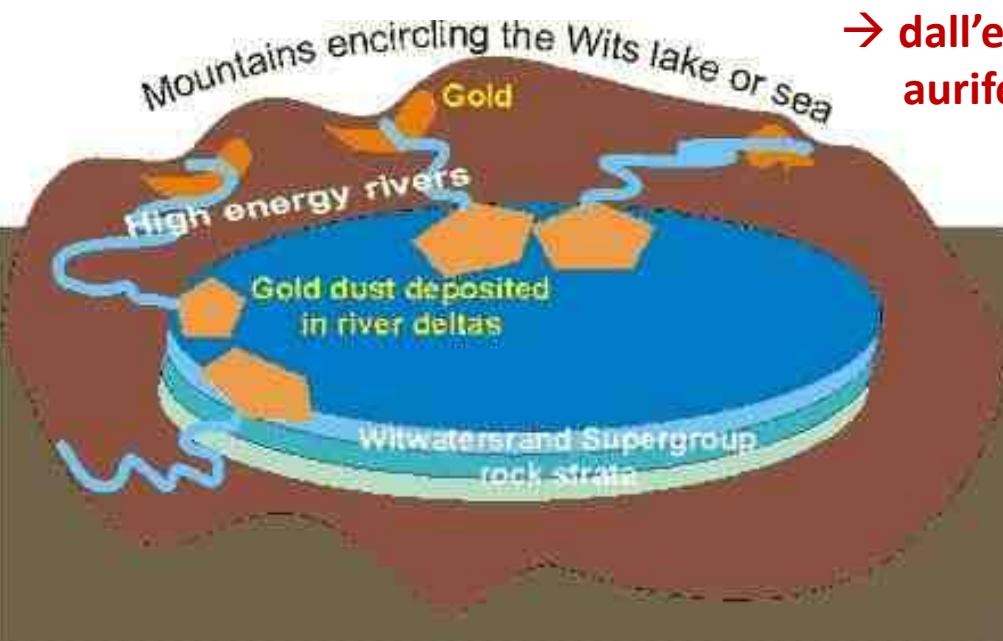




Witwatersrand (Sudafrica), un sistema lago + conoidi di 3 miliardi di anni fa, in presenza di atmosfera asfittica



Ma da dove arriva l'oro detritico nelle sabbie dei fiumi, adesso come 3 miliardi di anni fa?

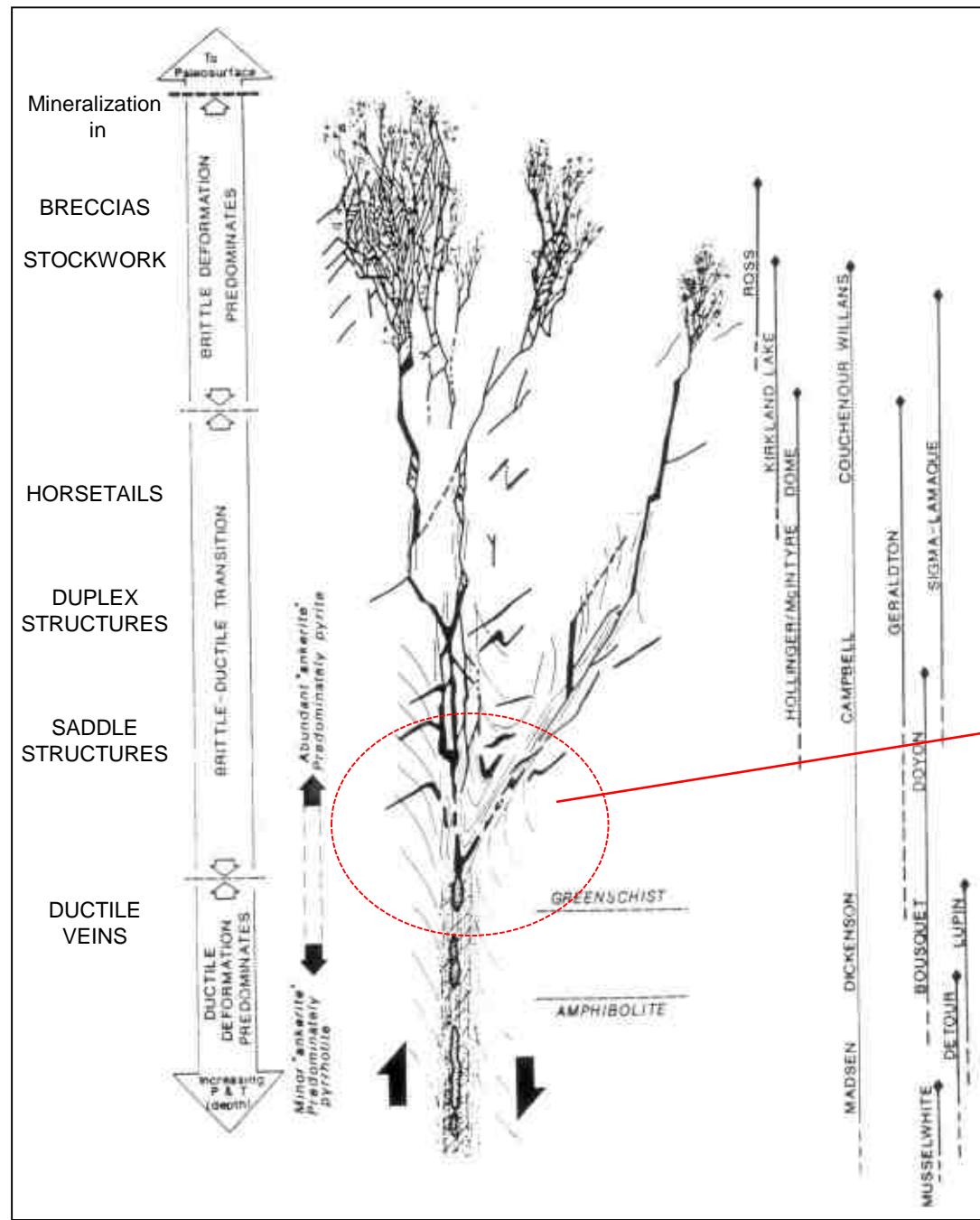


→ dall'erosione di sciami di filoni auriferi affioranti a monte!

Strutture quarzose mineralizzate, spesso ricche di pirite ed arsenopirite, situate entro le catene montuose e formate tra 3.5 miliardi fino a <1-10 milioni di anni fa

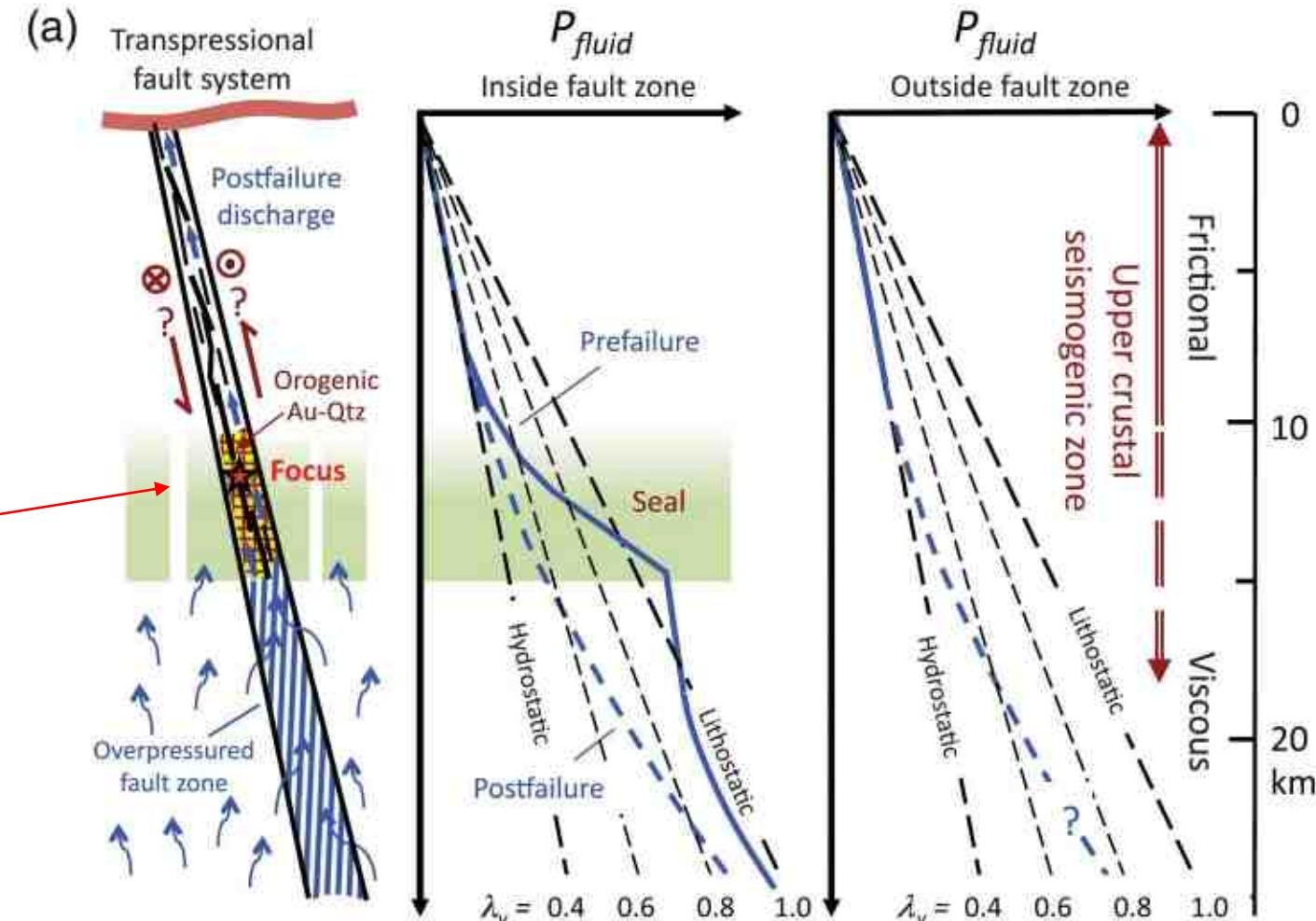


Relazione tra filoni auriferi e sistemi di faglie trans-crostali nelle catene orogeniche



Potenzialmente i filoni auriferi si formano ogni volta che si verifica un sisma durante lo sviluppo delle catene orogeniche

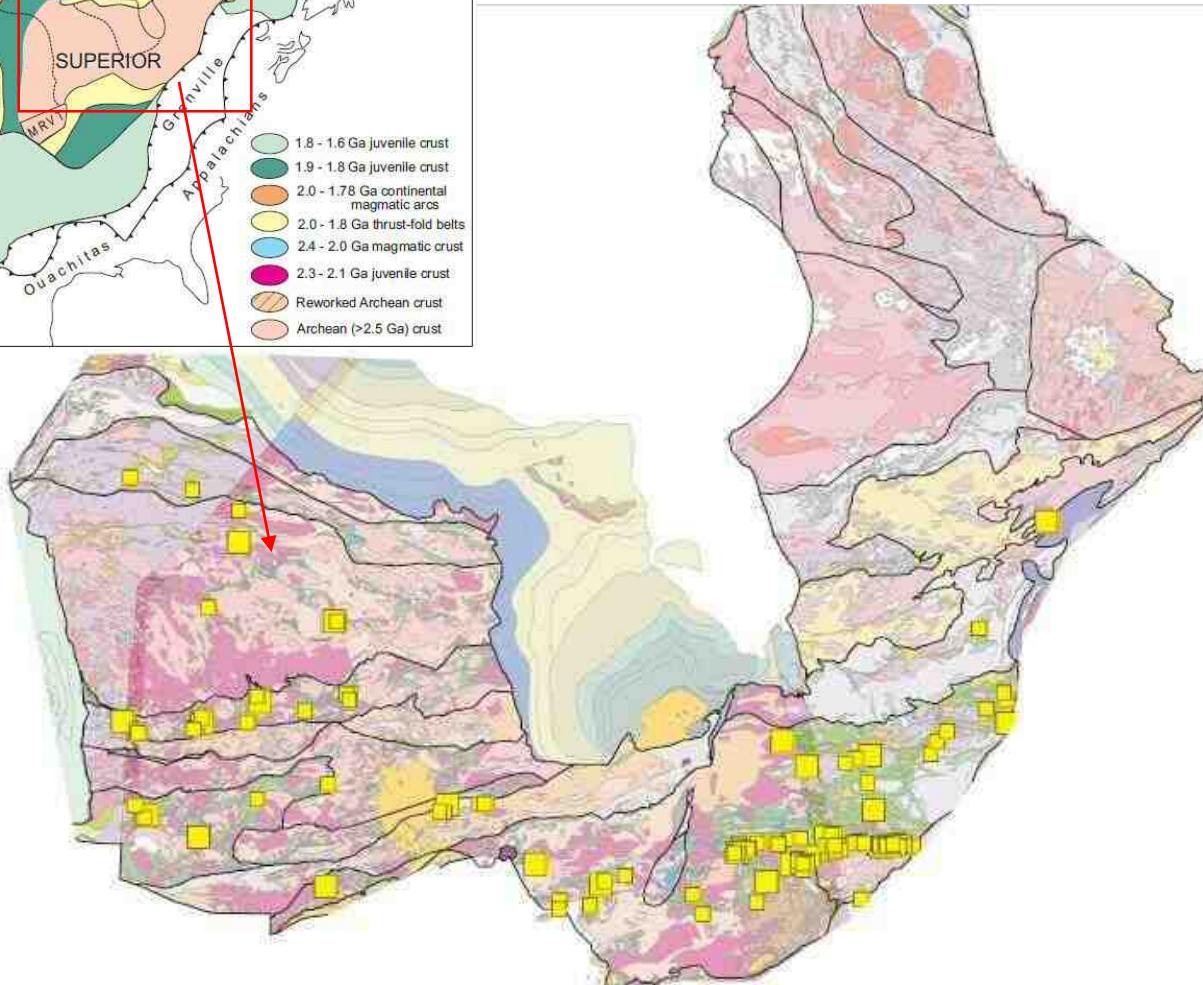
→ Oro e faglie «sismogeniche» di Sibson



Le catene orogeniche di 3.5, 2.7, e 2.1 miliardi di anni fa (es., Canada-USA, W Australia, Brasile, W Africa) sono **mostruosamente** ricche di filoni idrotermali auriferi ...

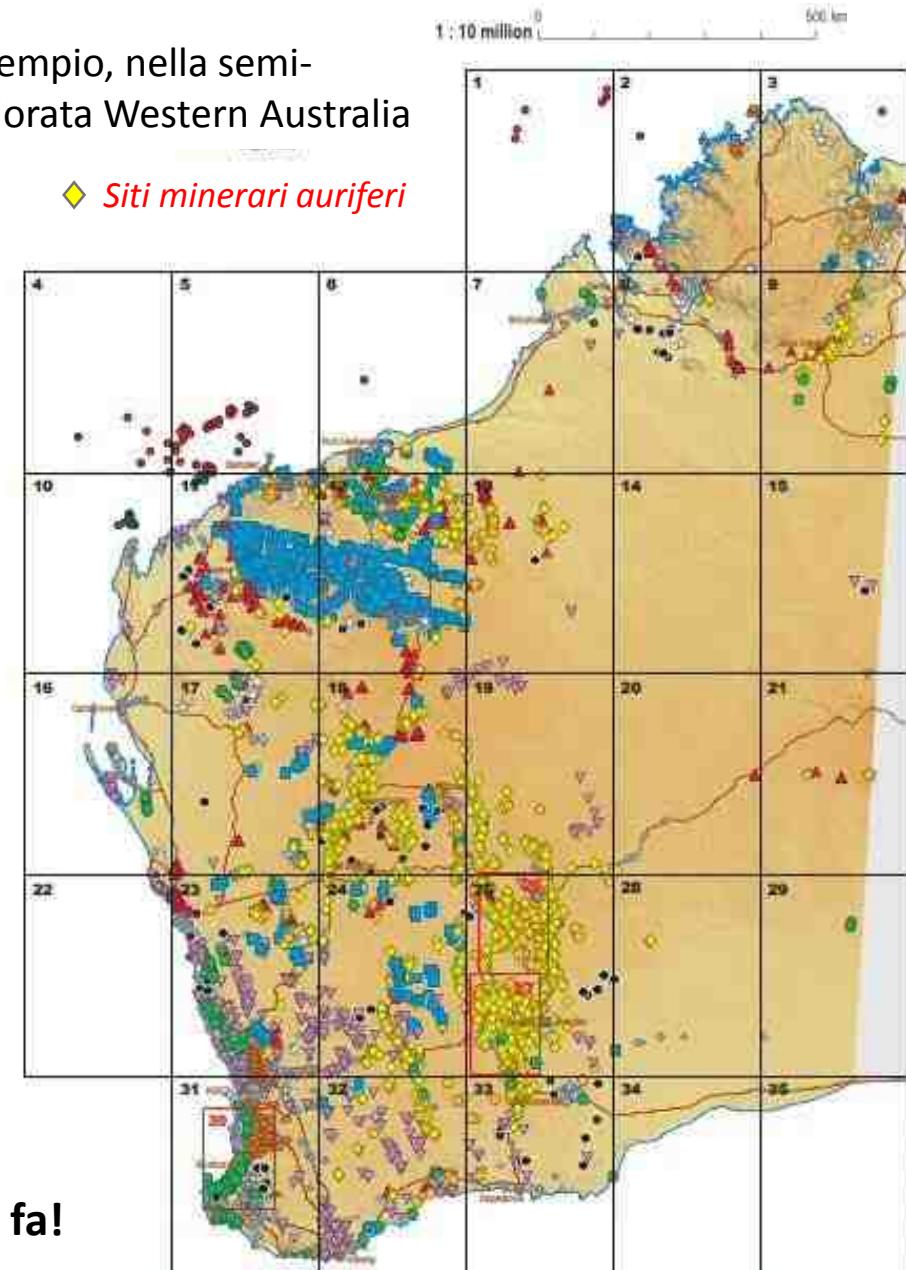
Ad esempio, tra Canada e USA ...

■ *Siti minerari auriferi*



Ad esempio, nella semi-
inesplorata Western Australia

◆ *Siti minerari auriferi*

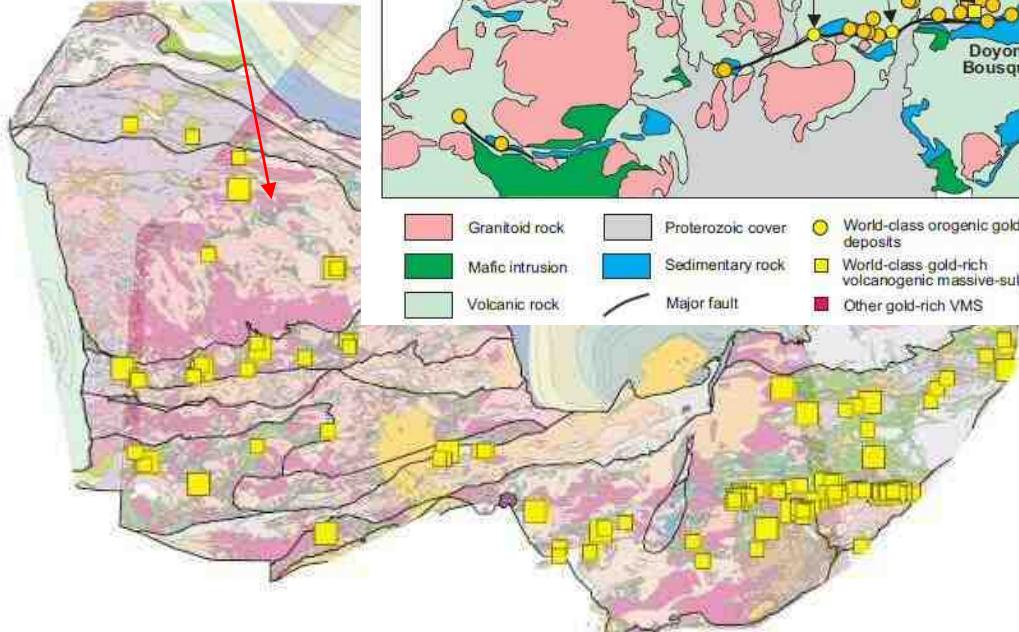
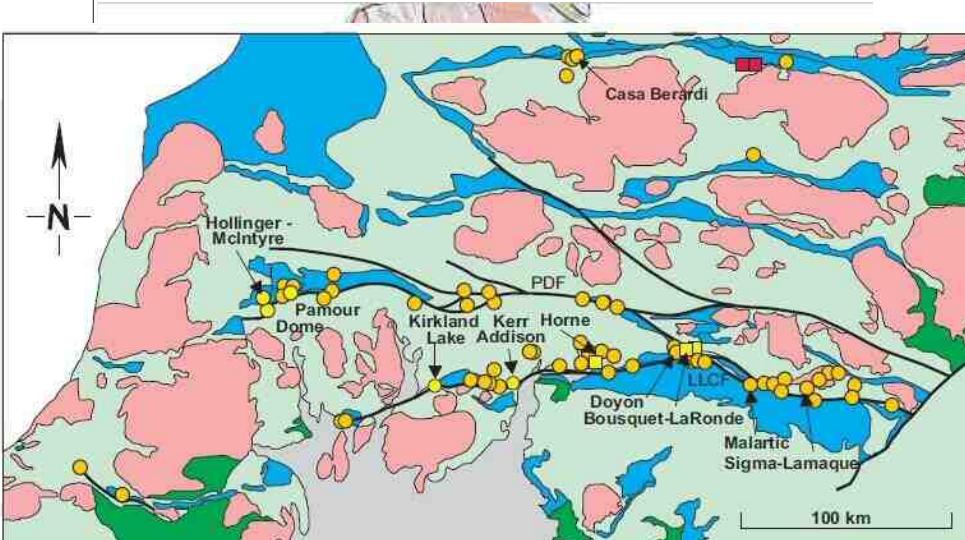


Ma c'è oro anche in catene orogeniche di 330 e fino a <30 milioni di anni fa!

Le catene orogeniche di 3.5, 2.7, e 2.1 miliardi di anni fa (es., Canada-USA, W Australia, Brasile, W Africa) sono **mostruosamente** ricche di filoni idrotermali auriferi ...

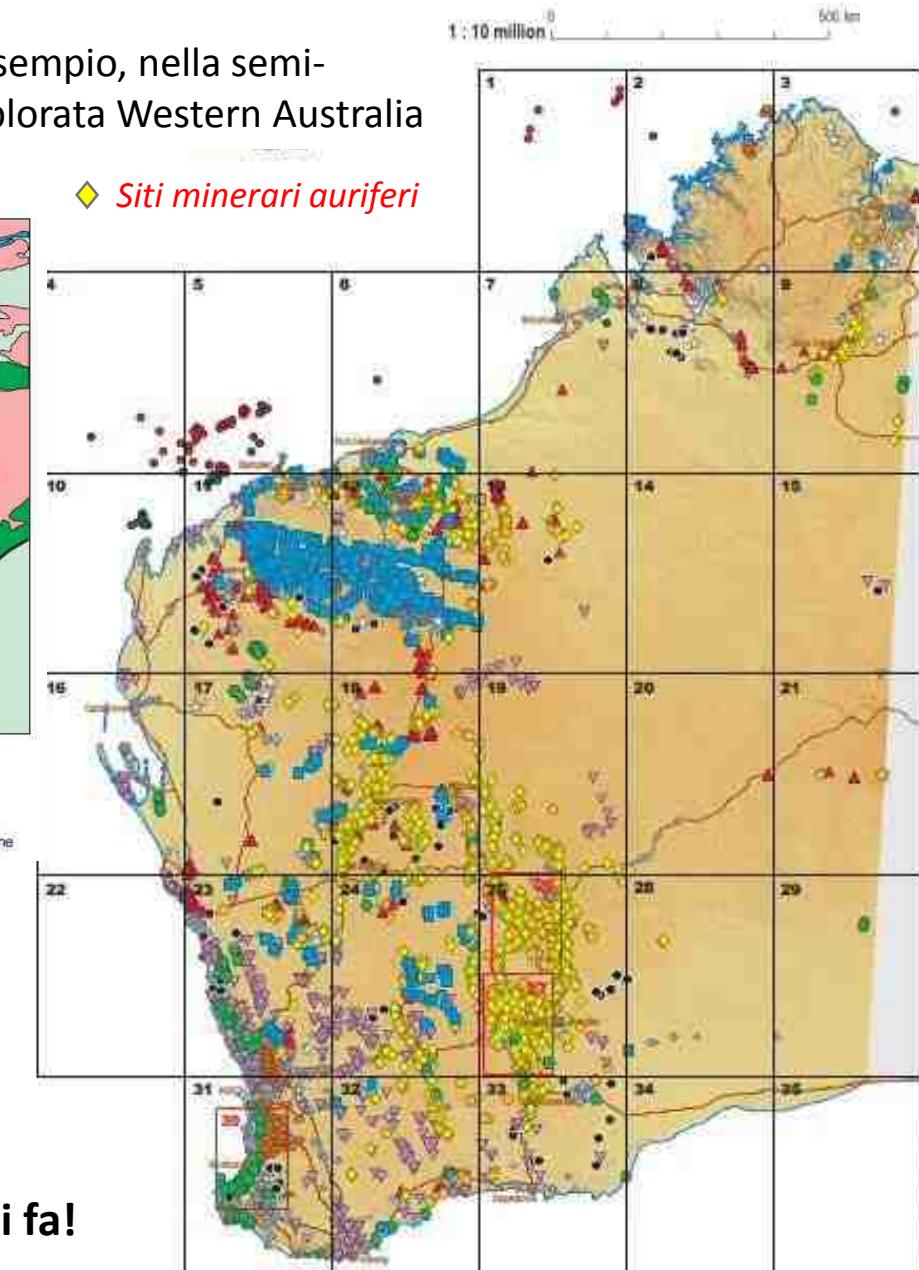
Ad esempio, tra Canada e USA ...

■ *Siti minerari auriferi*



Ad esempio, nella semi-
inesplorata Western Australia

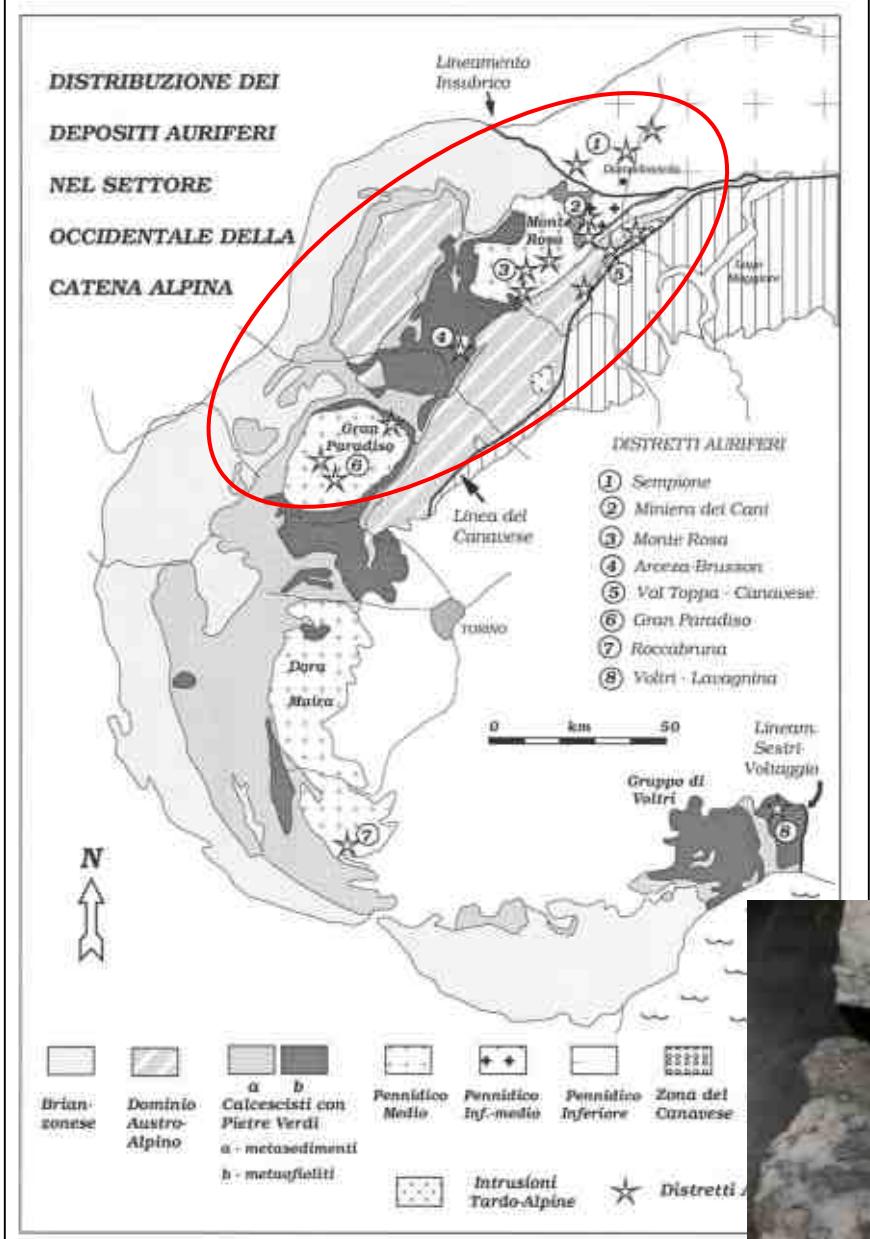
◆ *Siti minerari auriferi*



Ma c'è oro anche in catene orogeniche di 330 e fino a <30 milioni di anni fa!

Infatti li abbiamo anche noi i filoni auriferi orogenici! → Alpi Occidentali

→ filoni dei distretti auriferi storici del Sempione (Crodo/Gondo), del Monte Rosa e del Gran Paradiso



Es., poco a sud del Monte Rosa, a 3200 m slm ...



→ Monte Rosa Gold Mining Company



Riproduzione vietata.

Spiegazione a tergo.



Riproduzione vietata.

Spiegazione a tergo.



La coltivazione dei filoni auriferi del Monte Rosa avveniva con modalità non troppo diverse da quelle impiegate nel Medioevo e nell'antichità ...



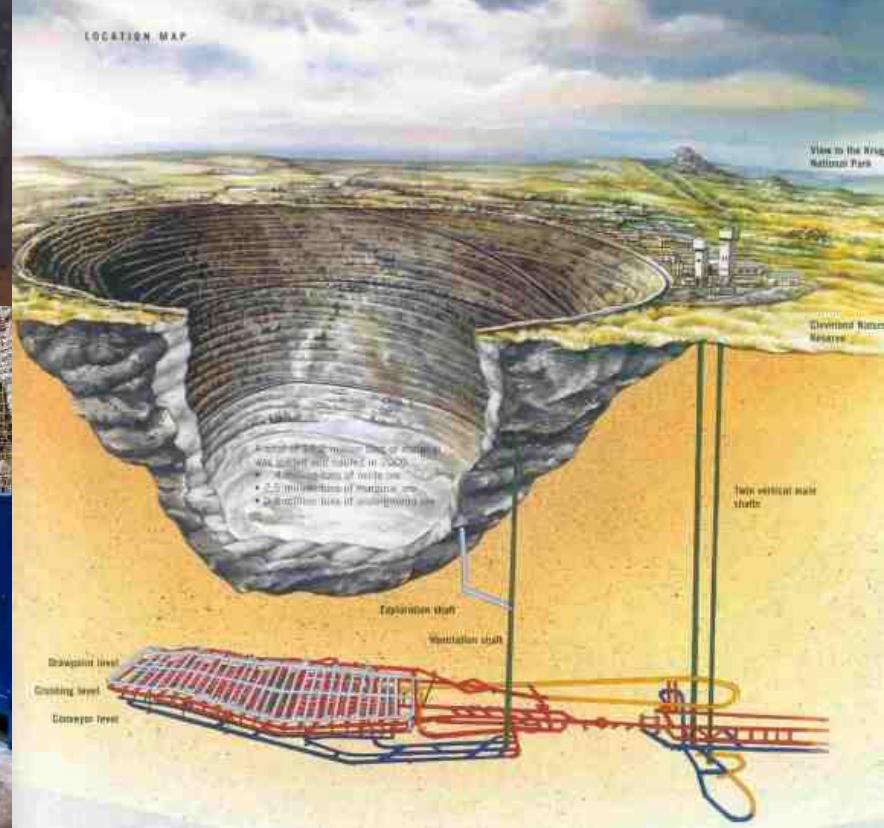
A—DESCENDING INTO THE SHAFT BY LADDERS. B—BY SITTING ON A STICK. C—BY SITTING ON THE DIRT. D—DESCENDING BY STEPS CUT IN THE ROCK.

Attualmente l'apertura di una miniera avviene dopo un lungo percorso di prospezione e valutazione (2-3 anni)

Coltivazione mineraria moderna → es., in Australia, Canada, USA, Sudafrica, Cile, Scandinavia ...



→ Super pit, miniera d'oro di Mt. Charlotte, Kalgoorlie, Western Australia

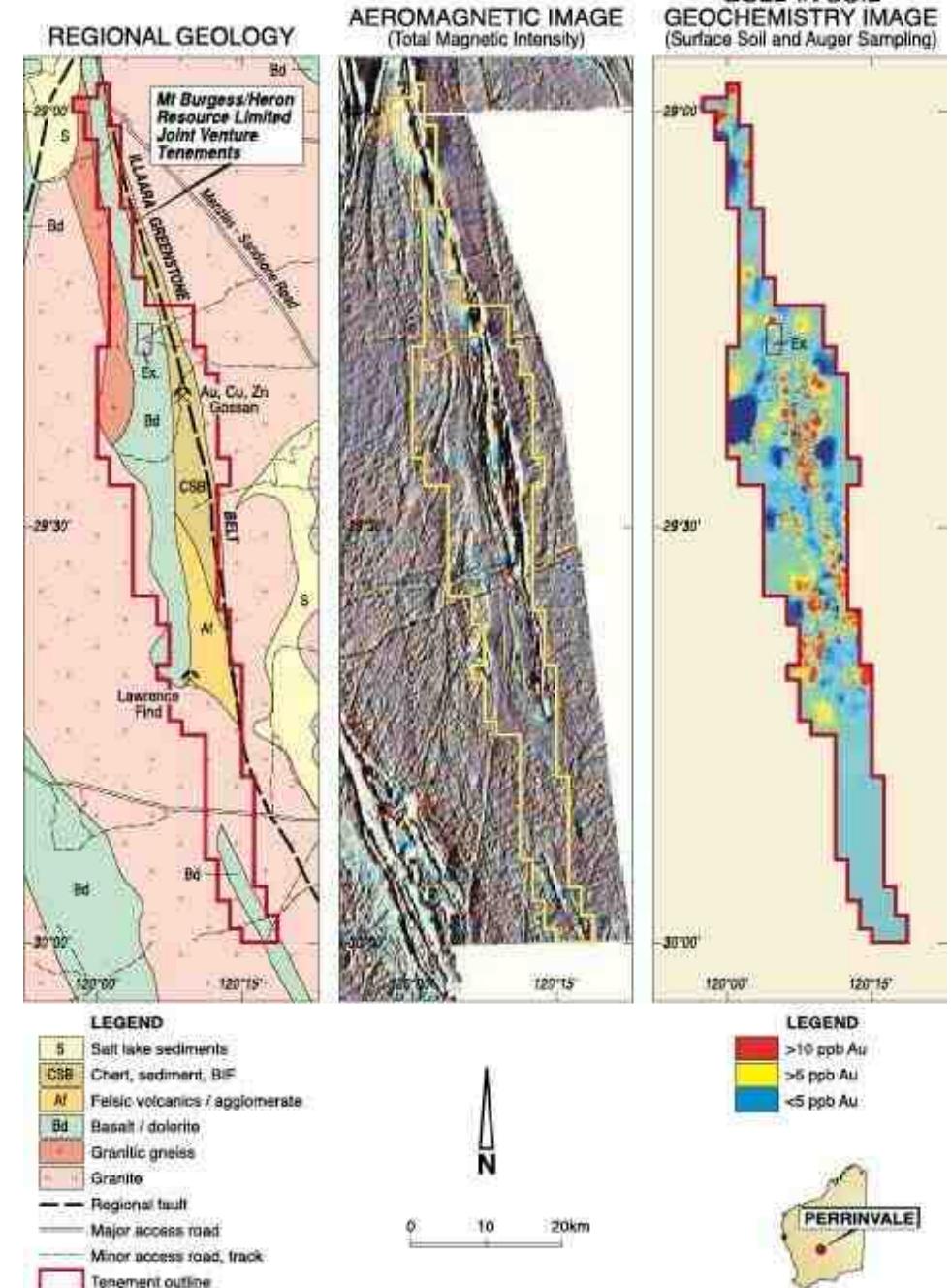
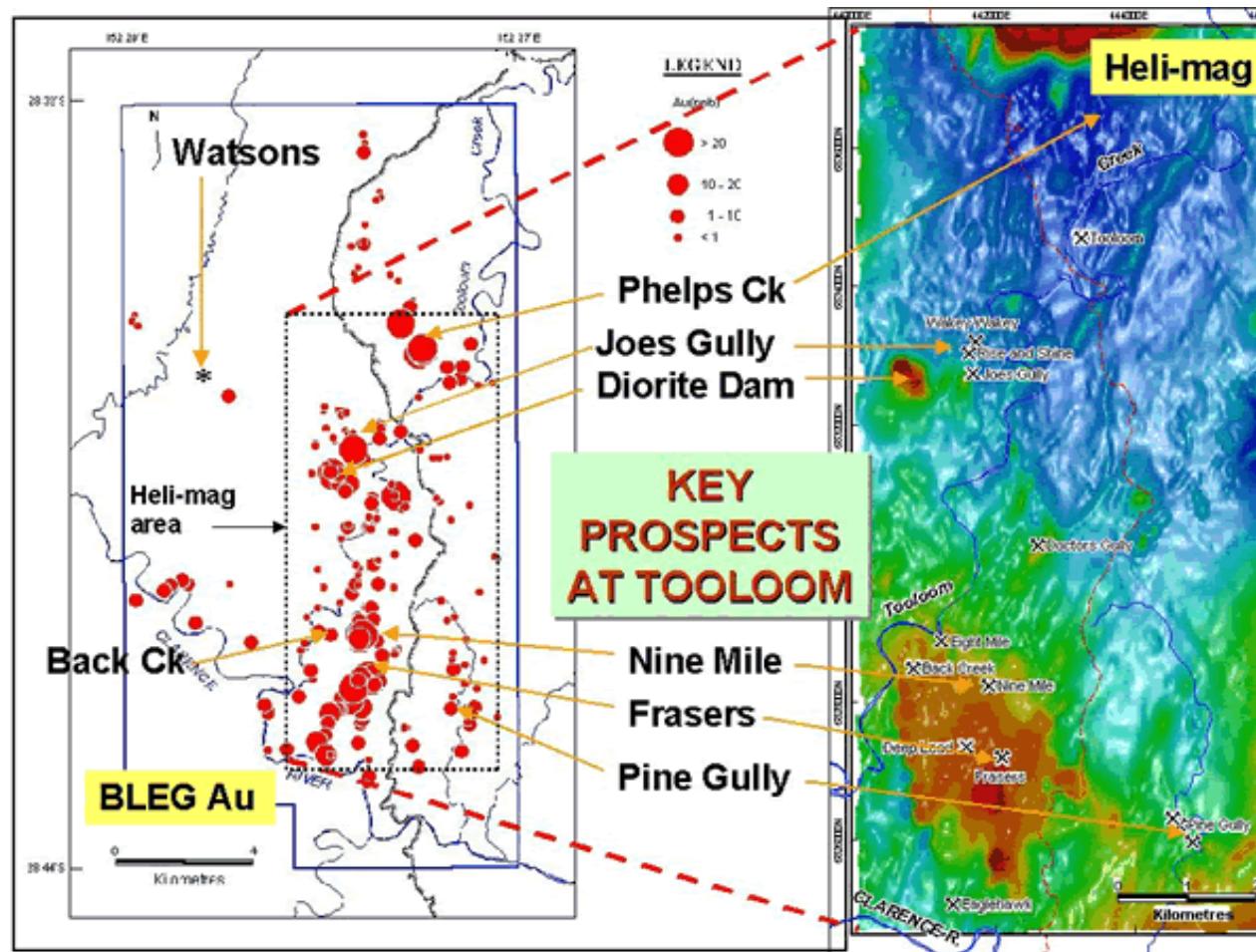


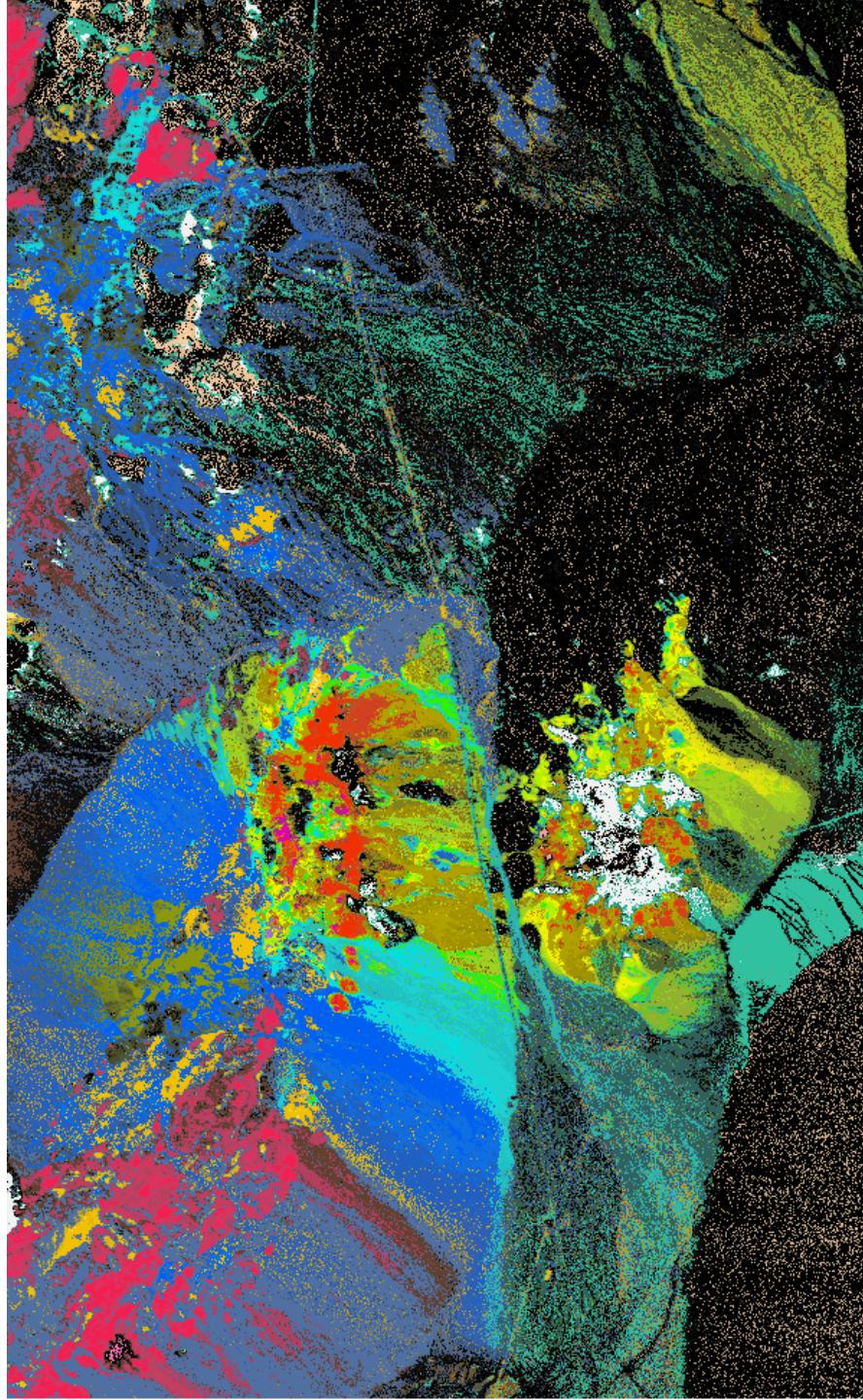
Come si individuano i depositi auriferi? Prospezione mineraria moderna

MOUNT BURGESS MINING NL

PERRINVALE GOLD AND BASEMETALS PROJECT

- **Sedimenti fluviali**
- **Suoli** (... e perfino piante!)
- Studio di **rocce e strutture** (faglie e pieghe) nel basamento roccioso
- **Geofisica e remote sensing** (es., immagini da satellite)
- e, alla fine, **perforazioni con carotaggi** **\$\$\$\$**





Cuprite, Nevada
AVIRIS 1995 Data
USGS
Clark & Swayze
Tricorder 3.3 product

K-Alunite 150C
K-Alunite 250C
K-Alunite 450C
Na ₈₂ -Alunite 100C
Na ₄₀ -Alunite 400C
Kaolinite wx1
Kaolinite px1
Kaolinite+smectite or muscovite
Halloysite
Dickite
Alunite+Kaolinite and/or Muscovite
Calcite
Calcite + Montmorillonite
Calcite +Kaolinite
Na- Montmorillonite
low-Al muscovite
med-Al muscovite
high-Al muscovite
Jarosite
Buddingtonite
Chalcedony
Nontronite
Pyrophyllite + alunite
Chlorite + Montmorillonite or Muscovite
Chlorite

2 km

N

Immagini da satellite ed aeroportate

Con gli scanner multi-spettrali moderni si possono individuare facilmente le aree dove si sono arricchiti in modo particolare vari minerali «spia» che si depositano quasi sempre o solo insieme all'oro!

Es., **alunite + kaolinite** per i giacimenti di Au associati ai campi geotermici ed alle sorgenti calde

Convenienti, rapidi, tradizionali ma ancora attuali metodi professionali di campionamento di sedimenti sciolti



vanga + secchio + setaccio + pan



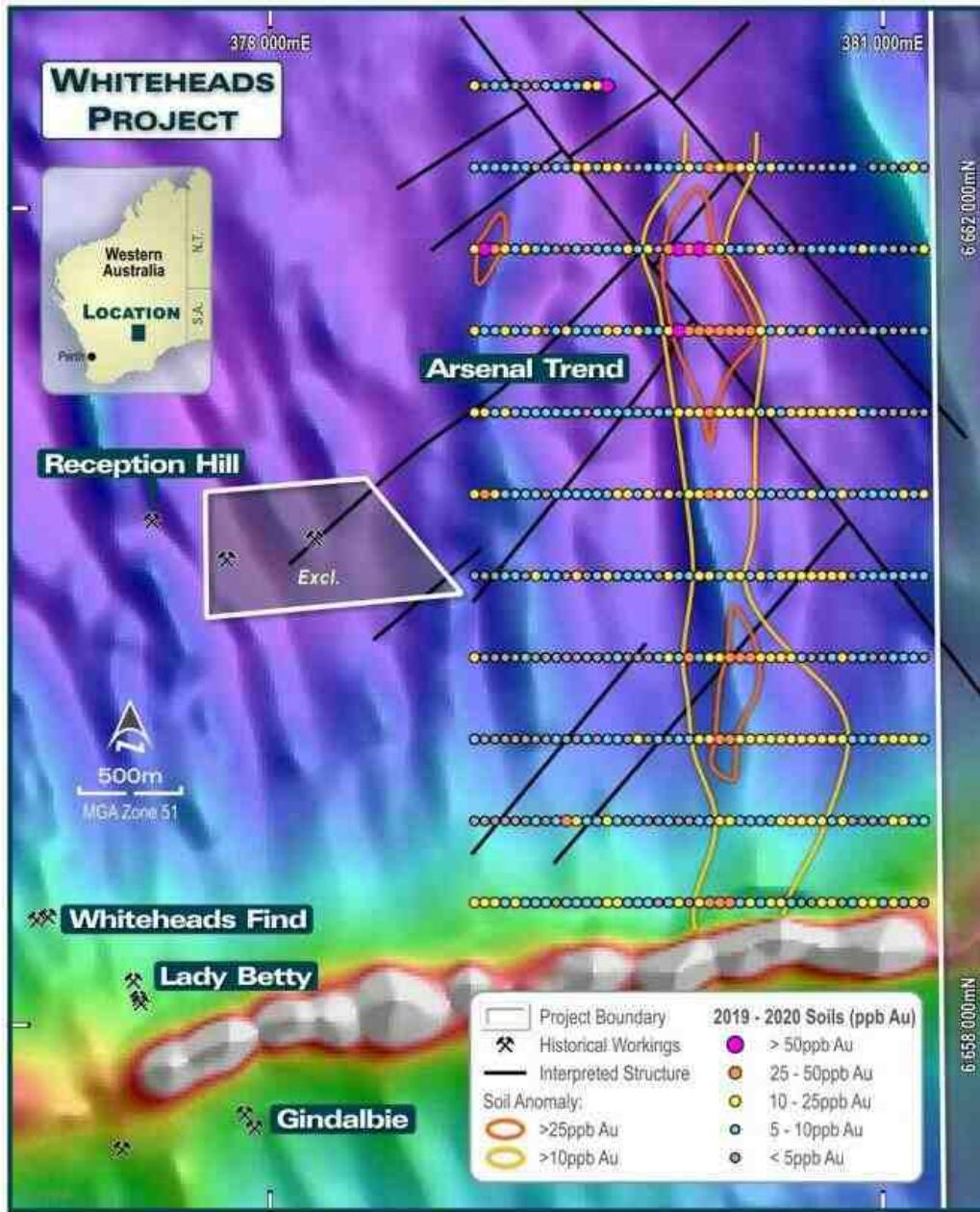
paletta per gli *stream sediments*
(sacche di limo da piena ai bordi dei
corsi d'acqua)



Sia per lavoro che per il weekend ...

N.B.: il panning per diamanti
è diverso da quello per oro!

Moderno, e rapido, campionamento di sedimenti sciolti e suoli (quando si ha il cash ...) – Auger drilling rigs



Estrazione di Au in massa tramite una soluzione di cianuro (BLEG) oppure leaching rapido con *aqua regia* (HCl + HNO₃)

→ Scioglie Au libero e solfuri con metalli d'interesse + inclusioni di Au ma non la maggior parte dei silicati



Gold Gold+Salzsäure

Moderno, e rapido, campionamento di sedimenti sciolti e suoli (quando si ha il cash ...) – Auger drilling rigs



Estrazione di Au in massa tramite una soluzione di cianuro (BLEG) oppure leaching rapido con *aqua regia* (HCl + HNO₃)

→ Scioglie Au libero e solfuri con metalli d'interesse + inclusioni di Au ma non la maggior parte dei silicati



Gold Gold+Salzsäure



Corsa dell'oro California, fine '800
– suoli auriferi



I suoli nelle aree tropicali sono particolarmente importanti per trovare giacimenti d'oro, ai giorni nostri (→ campionamenti sistematici) ma anche nel passato!

Infatti, come nel caso dei placers fluviali, i suoli tropicali sono e sono stati spesso il primo «giacimento» ad essere sfruttato, ricchissimo di pepite ...

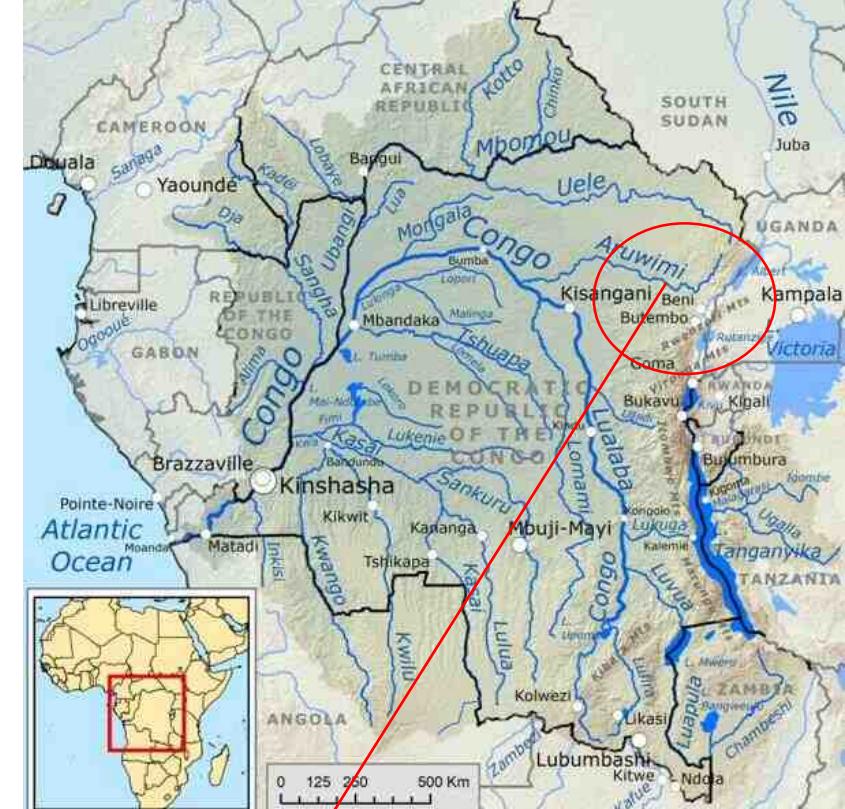
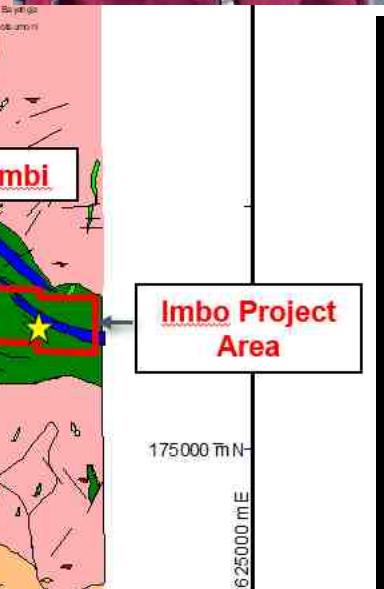
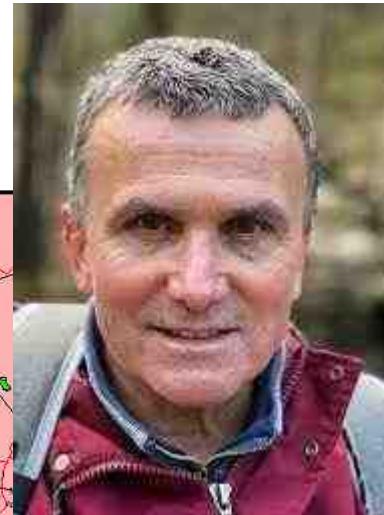
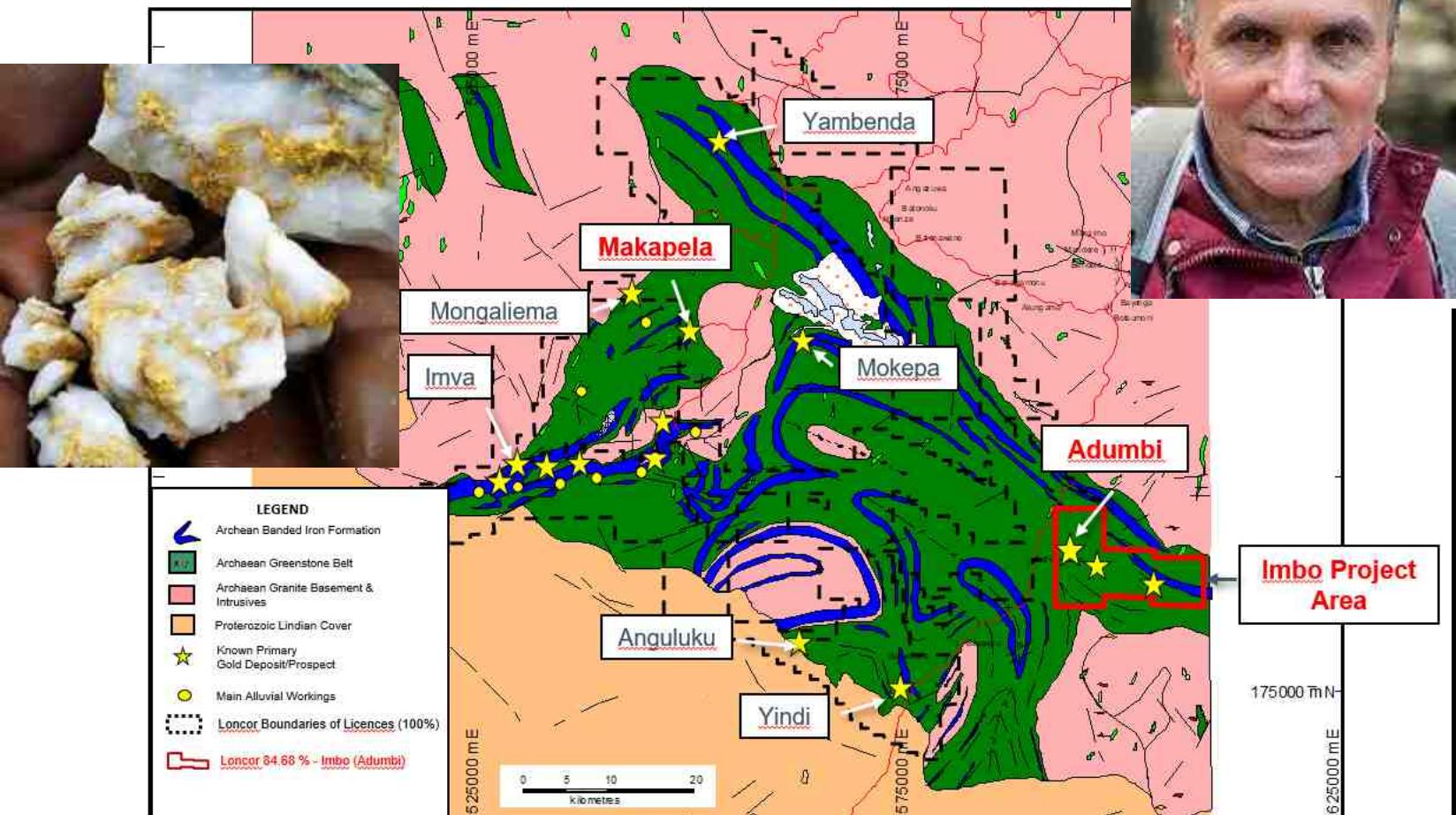


Serra Pelada - Amazzonia
lateriti ad Au-Pt-Pd
(pepite fino a >50 kg ...)

La coltivazione mineraria moderna è tutt'altro che diffusa, specialmente nei paesi del Terzo Mondo e in via di sviluppo! Ma c'è comunque modo e modo di coltivare giacimenti → compagnie minerarie rapaci vs. compagnie people-friendly (*)

Il caso dell'Imbo project-Adumbi Hill, Ngayu belt, Congo

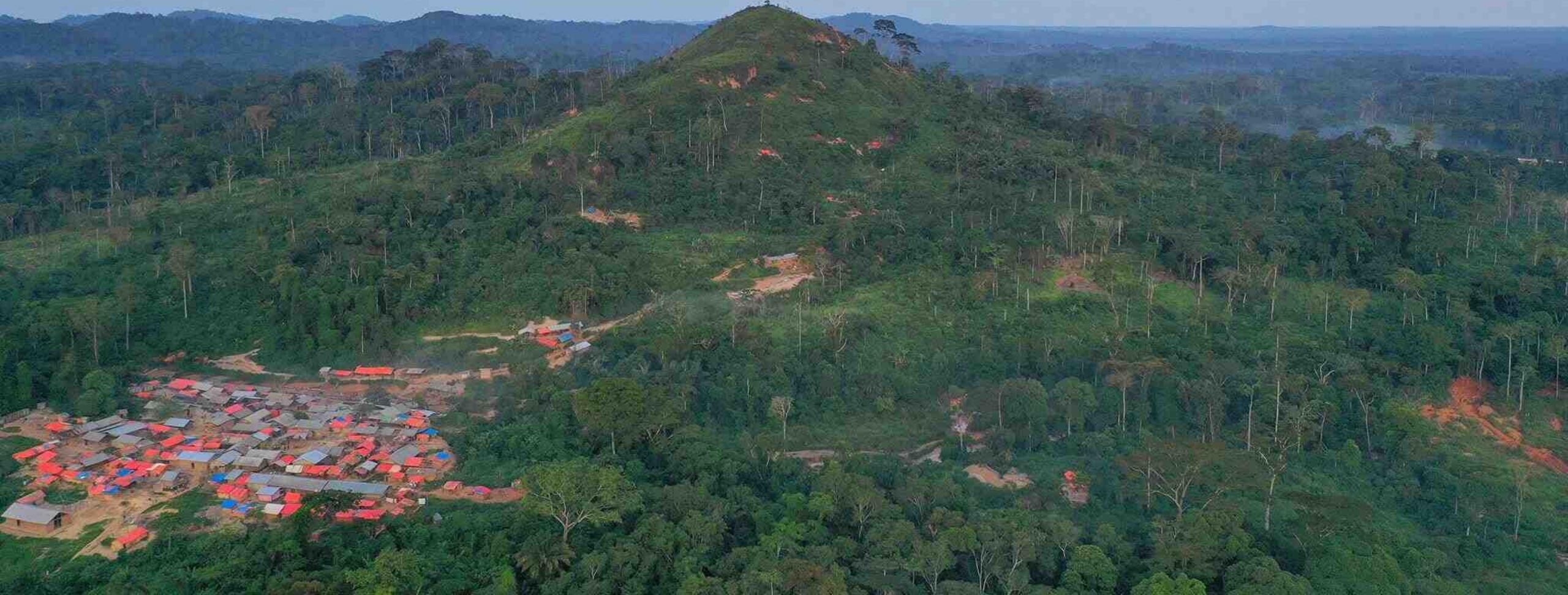
Compagnia mineraria: Loncor Gold Inc. (Canada) (*),
General manager / chief geologist: **Fabrice Matheys**



Dove siamo: fiume Imbo nella Provincia di Ituri, Congo orientale



Adumbi Hill – l'area dove stanno facendo i sondaggi in questo periodo ...



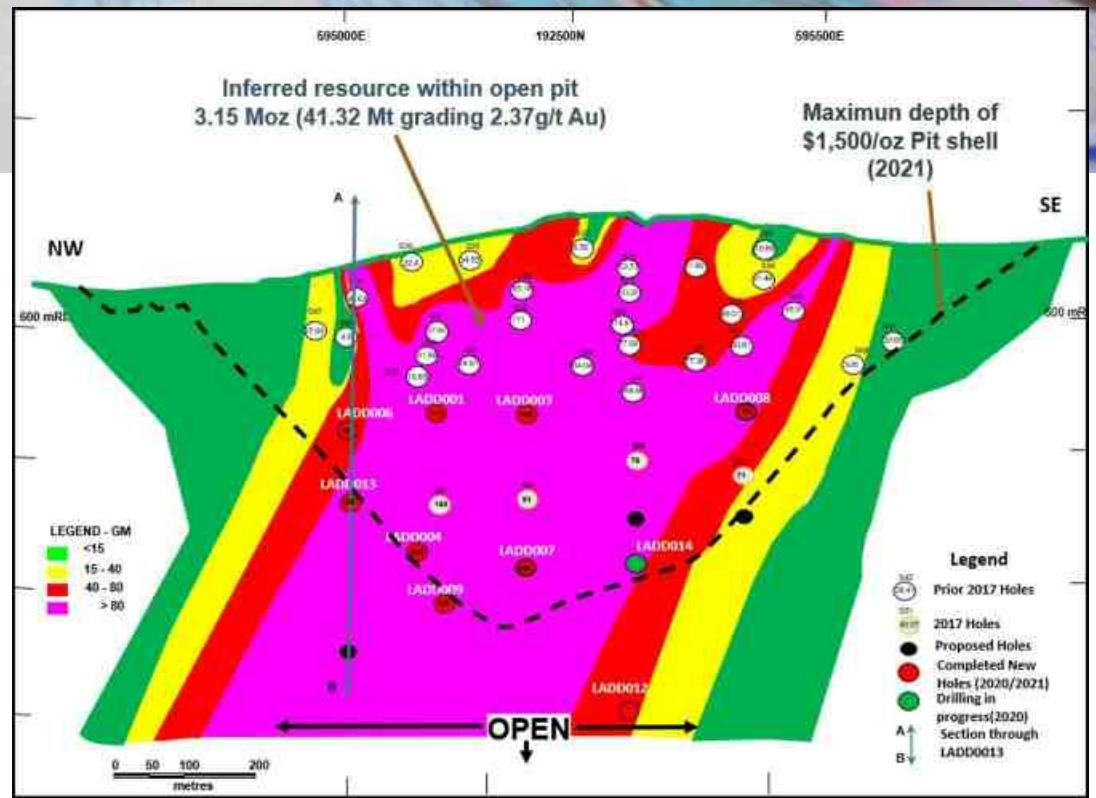
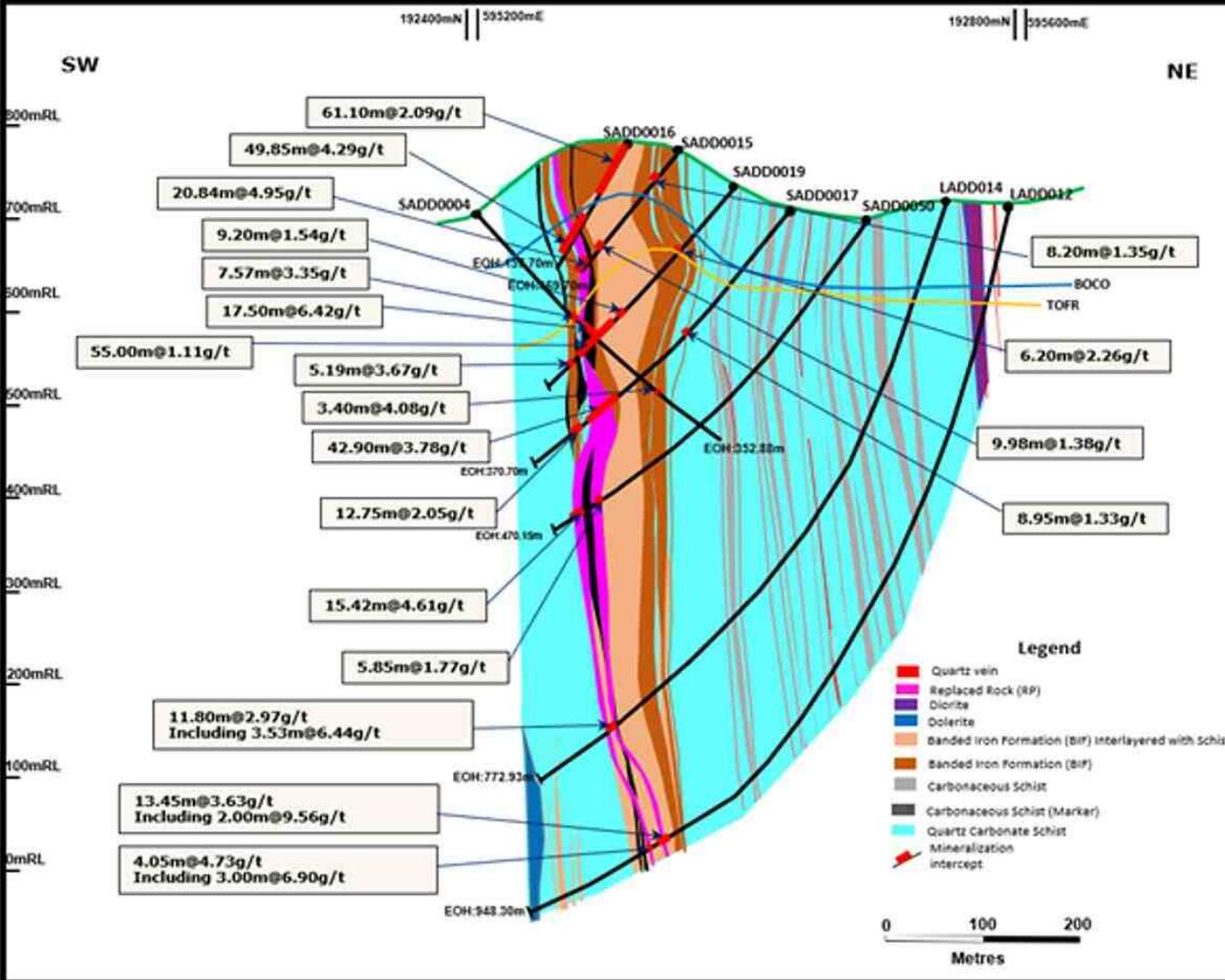
Adumbi Hill – la squadra di tecnici sondaggisti al lavoro





Le carote – «pane quotidiano» dei geologi d'esplorazione ...





Si discute, si aggiornano le carte e le sezioni geologiche con gli ultimi dati e alla fine si aggiorna il modello minerario ed economico del giacimento ... un tran tran abbastanza tranquillo DOPO ALMENO CINQUE ANNI DI LAVORO DI PREPARAZIONE



... ma l'inizio è stato tutto fuorchè comodo ...

Tutto inizia con i cercatori locali, al villaggio di Sainte Marie, con cui la compagnia si mette a collaborare



Tutto inizia con i cercatori locali, al villaggio di Sainte Marie, con cui la compagnia si mette a collaborare



Tutto inizia con i cercatori locali, al villaggio di Sainte Marie, con cui la compagnia si mette a collaborare



Tutto inizia con i cercatori locali, al villaggio di Sainte Marie, con cui la compagnia si mette a collaborare



Il grosso del lavoro si svolge nella cava dove affiora la mineralizzazione nella roccia parzialmente trasformata in suolo tropicale









Al villaggio i lavoratori macinano i campioni dei minatori locali e quelli della compagnia mineraria

Interventi per la popolazione locale: scuole e materiale didattico



Interventi per la popolazione locale: perforazioni per acqua potabile e organizzazione per distribuzione



Recente costruzione di una pista d'atterraggio
per piccoli aerei, per le emergenze



Recente costruzione di una pista d'atterraggio
per piccoli aerei, per le emergenze



... anche perché la logistica di solito è così ... 1



... anche perché la logistica di solito è così ... 2





... forse va meglio per i (moto)ciclisti, ma non sempre ...



... visto il territorio, ci sono vie e mezzi di trasporto alternativi molto popolari ...



... visto il territorio, ci sono vie e mezzi di trasporto alternativi molto popolari ...



... visto il territorio, ci sono vie e mezzi di trasporto alternativi molto popolari ...



... ma si va anche tanto a piedi ...



... si va anche tanto a piedi, specialmente se si è geologi ...



... le scarpe del geologo a fine giornata

... per finire, personaggi ed aspetti locali simpatici ...



... per finire, personaggi ed aspetti locali simpatici ...



ed altri un po' meno simpatici ...



ed altri un po' meno simpatici ...



Per non farsi mancare niente, in zona ci sono anche i cercatori di diamanti, pare meno amichevoli dei cercatori d'oro...



Grazie!

